

US Patent Application based on PCT/EP2005/002004

"Magnetic manipulation of biological samples"

5

Summary of DD 279 984

DD 279 984 discloses a dielectric, micro-mechanic element,
wherein a movable part of this element is an electrically ho-
10 mogeneous or inhomogeneous dielectric material. The movable
part (ref. No. 2 in Fig. 1) is driven with electrical fields
generated with electrode arrays (4, 5 in Fig. 1). The elec-
trode arrays are arranged at walls neighboring the movement
path of the movable element.

15

DD 279 984 represents technological background with regard to
electric linear motors. A cell carrier for receiving at least
one biological cell, wherein the cell carrier includes a mag-
netic element is not disclosed in DD 279 984.

20



PATENTAMT der DDR

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP H 02 K / 325 465 7

(22) 02.02.89

(44) 20.06.96

(71) Humboldt-Universität zu Berlin, Direktorat für Forschung, Unter den Linden 6, Berlin, 1086, DD

(72) Fuhr, Günter, Dr. sc. nat.; Gimsa, Jan, Dr. rer. nat.; Hagedorn, Rolf, Dr. sc. nat.; Glaser, Roland, Prof. Dr. habil. nat., DD

(54) Dielektrisches mikromechanisches Element

(55) mikromechanisches Element; dielektrischer Läufer; elektrisches Feld; Elektrodenreihen; dielektrische Kompartimente

(57) Die Erfindung betrifft ein dielektrisches mikromechanisches Element, dessen beweglicher Teil (im folgenden als Läufer bezeichnet) ein elektrisch homogenes oder inhomogenes Dielektrikum ist. Anwendungsgebiete sind in der Mikroelektronik, sowie in der Mikromechanik usw. gegeben. Angetrieben wird dieses Teil über einen oder mehrere elektrische Feldvektoren, die über Elektrodenanordnungen durch geschaltete Spannungen und/oder durch die Ansteuerung der Elektroden mit phasenverschobenen Spannungen erzeugt werden. Die Elektroden bilden auf mindestens einer Seite des Läufers und/oder im Inneren des Läufers eine lineare oder gekrümmte Elektrodenreihe. Eine oder auch mehrere der Elektroden können als gemeinsame Gegonelektrode für eine oder mehrere Einzelelektroden ausgebildet sein. Fig. 1

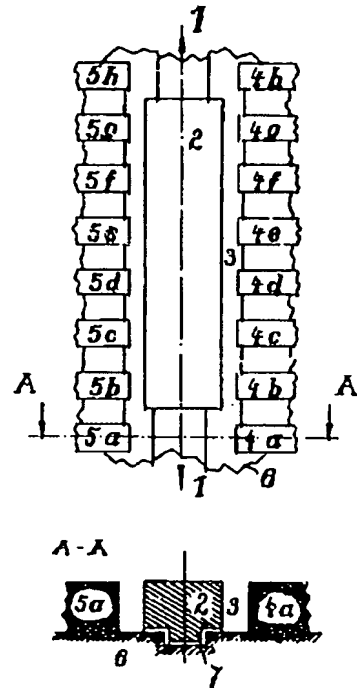


Fig. 1

Patentansprüche:

1. Dielektrisches mikromechanisches Element, bestehend aus einem beweglichen Teil, im folgenden als Läufer bezeichnet, Elektroden und einem den Läufer umgebenden, flüssigkeitsgefüllten oder gasgefüllten oder evakuierten Umgebungsraum, im folgenden als Umgebungsmedium bezeichnet, dadurch gekennzeichnet, daß auf zwei oder mehreren Seiten des dielektrisch homogenen oder inhomogenen Läufers (2) Elektroden (4), (5) angeordnet sind oder flächendeckend parallel zueinander Elektroden (4), (5) in einer Matrix angeordnet sind, wobei zumindest auf einer Seite mehrere Elektroden und/oder elektrisch polarisierbare Körper angeordnet sind und die Elektroden (4), (5) über phasenverschobene alternierende und/oder diskontinuierlich geschaltete Spannungen angesteuert werden und ein oder mehrere sich bezüglich des Läufers kontinuierlich oder diskontinuierlich bewegend Feldvektoren erzeugt werden.
2. Dielektrisches mikromechanisches Element nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die wandernden Feldvektoren periodisch oder zeitweise ihre Bewegungsrichtung ändern und/oder voneinander unabhängige Bewegungsrichtungen besitzen.
3. Dielektrisches mikromechanisches Element nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich innerhalb des Läufers (2), parallel zu oder auf der Bewegungsachse (1) eine oder mehrere Öffnungen befinden, in der eine oder mehrere Elektroden angeordnet sind, zu der oder denen der Läufer (2) eine Relativbewegung ausführen kann.
4. Dielektrisches mikromechanisches Element nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Läufer (2) aus mehreren auch zueinander beweglich angeordneten gleichartigen oder ungleichen Teilen besteht.
5. Dielektrisches mikromechanisches Element nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Läufer (2) kompartimentweise aus verschiedenen Dielektrika besteht und/oder kontinuierliche und/oder periodische Änderungen seiner dielektrischen Eigenschaften und/oder Geometrie aufweist.
6. Dielektrisches mikromechanisches Element nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Läufer (2) leitfähige Kompartimente und/oder partiell metallische Schichten aufweist.
7. Dielektrisches mikromechanisches Element nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Teile oder der gesamte Läufer (2) für optische Strahlung oder andere elektromagnetische Wellen durchlässig sind.
8. Dielektrisches mikromechanisches Element nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrodenreihen (4), (5) durch die der Läufer (2) bewegt wird, länger als dieser, gerade, gekrümmt, verzweigt, geschlossen oder partiell unterbrochen sind.
9. Dielektrisches mikromechanisches Element nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (4), (5) in einer Matrix angeordnet sind und der Läufer (2) zwischen den Elektroden (4), (5) in einer Ebene bewegt wird.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiete der Erfindung

Anwendungsgebiete der Erfindung sind z. B. die Mikroelektronik, in der miniaturisierte mechanische Elemente als Antriebs-, Steuer-, Schalt- und Sensorsysteme Anwendung finden können. Anwendungen kommen auch in der Chemie und Biotechnologie in Frage.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Als dielektrische mikromechanische Elemente sind miniaturisierte Motoren mit dielektrischem Rotor in einem Umgebungsmedium bekannt, die über mehrere Elektroden in eine Drehbewegung versetzt werden können (GEO 10 [1988] 188, US-Patent 4,740,410). Genutzt werden dazu kontinuierlich oder diskontinuierlich rotierende elektrische Felder (ebenda). Lineare Bewegungen von Dielektrika in elektrischen Feldern werden unter den Begriffen Elektrophorese, Dielektrophorese bzw. allgemein ponderomotorische Effekte in Lehrbüchern beschrieben (Greiner, Theor. Physik Bd. 3, Vlg. H. Deutsch, Thun & Frankfurt a. M., [1982], Pohl, Dielectrophoresis, Cambridge University Press, Cambridge-London-New York-Melbourne, [1978]; Landau & Lifschitz, Bd. 1, Akademie-Vlg. Berlin, [1973]). Der Effekt wird zur Sammlung von Schwebeteilchen in Luftfilteranlagen oder zur Zellsammlung auf biologischem Gebiet genutzt. Entsprechende Anlagen arbeiten mit 2 oder mehr Elektroden und einem elektrischen Gleich- oder Wechselfeld. Eine Nutzung linear fortschreitender Feldvektoren in diesem Zusammenhang ist nicht bekannt. Eine Nutzung dielektrischer Miniaturelemente wurde, abgesehen von den dielektrischen Motoren, nicht beschrieben. Linear fortlaufende Magnetfeldvektoren hingegen sind im Zusammenhang mit elektrischen Induktionseffekten und Induktionsfeldmotoren bekannt (u. a. Güldner, Electronica Bd. 238, Militärverlag der DDR, [1987]).

Der Nachteil dielektrischer Mikromechanik Elemente ist die geringe Kraft, bei allerdings auch geringfügigen Strömen. Erst in den letzten Jahren wurde ihre extreme Miniaturisierbarkeit als Vorteil erkannt (GEO 10 [1988], 188).

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist die kostengünstige Entwicklung eines dielektrischen mikromechanischen Elementes mit universellen Anwendungsmöglichkeiten in der Mikroelektronik.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Entwicklung eines dielektrischen mikromechanischen Elementes mit linearer Bewegung, daß über konstante und variable Bewegungszustände verfügt und universell in der Mikroelektronik eingesetzt werden kann. Die Ansprechzeit soll im Millisekundenbereich und darunter liegen. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst, indem ein dielektrisch homogen oder inhomogen aufgebauter Läufer, der sich in einem Umgebungsmedium in bekannter Weise gelagert und geführt befindet, mit Hilfe eines oder mehrerer linear fortschreitender elektrischer Felder bewegt wird. Erfindungsgemäß wird dazu über an mindestens zwei Seiten des Läufers, jedoch nicht notwendigerweise in direktem mechanischen Kontakt befindliche Elektroden, ein linear fortschreitender Feldvektor erzeugt. Je nach Kombination der Dielektrika des Läufers, deren Anordnung, der elektrischen Eigenschaften des Umgebungsmediums, sowie der Anordnung und Geometrie der Elektroden, die auch flächenhaft in einer Matrix angeordnet sein können, folgt der Läufer dem elektrischen Feld oder bewegt sich in entgegengesetzte Richtung. Das Bewegungsverhalten des Läufers kann über die Wahl und Anordnung der Dielektrika festgelegt und in weiten Bereichen den Erfordernissen angepaßt werden. Die Bewegung des Läufers kann über die Art der Ansteuerung der Elektroden, die Geschwindigkeit und Amplitude des fortschreitenden Feldes exakt geregelt werden. In Abhängigkeit von der Bewegungsgeschwindigkeit des elektrischen Feldes kann ohne dessen Richtungsänderung eine Änderung der Bewegungsrichtung des Läufers erreicht werden. Aus den genannten Aufbau- und Ansteuermöglichkeiten ergeben sich eine Vielzahl überraschender Kennlinien, die die Bewegung des Läufers als Funktion der Feldbewegung beschreiben. Die Feldbewegung läßt sich technisch über mehrere phasenverschobene Wechselspannungen oder diskontinuierliche Ansteuerung der Elektroden erreichen. Das gesamte mikromechanische System kann mit den Methoden der Mikroelektronik gefertigt und somit extrem miniaturisiert werden. Die benötigten Spannungen zur Ansteuerung entsprechen in diesem Falle denen in der Mikroelektronik gebräuchlichen, bei Ansprechzeiten im μ S-Bereich. Der Läufer kann vollständig oder partiell für elektromagnetische Strahlung durchlässig gestaltet oder mechanisch deformierbar sein.

Ausführungsbeispiele

Beispiel 1

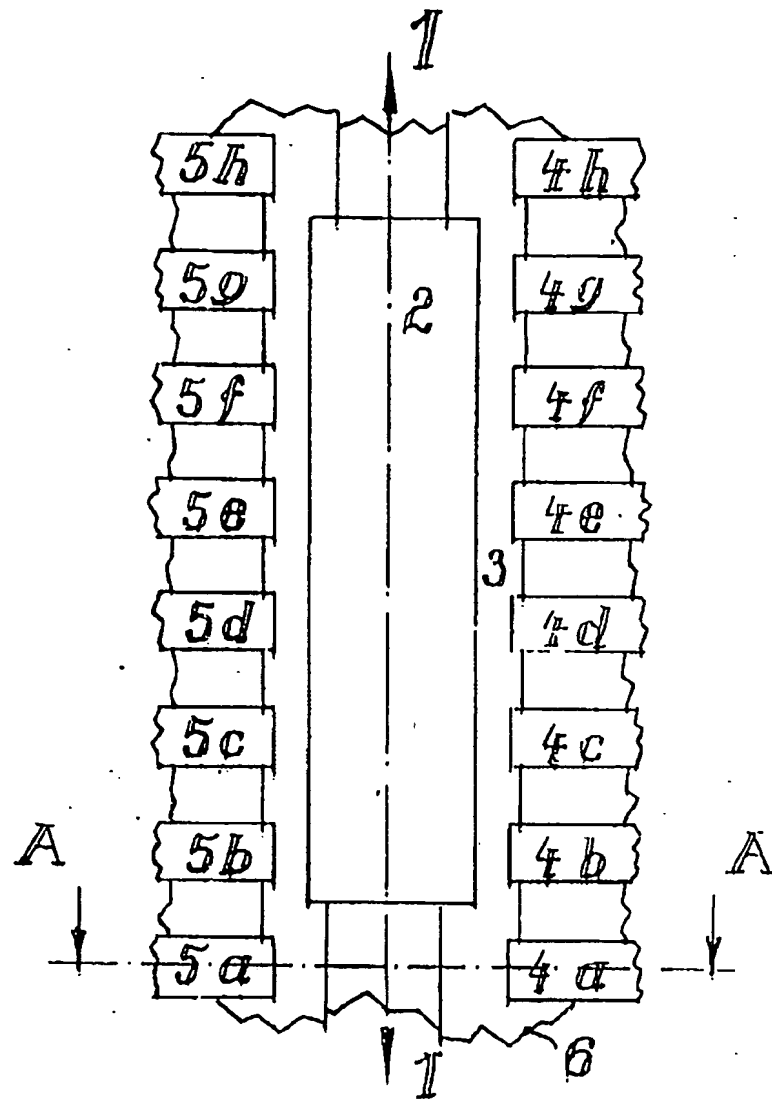
Fig. 1: Dielektrisches mikromechanisches Element dessen elektrische Ansteuerung über 2 Elektrodenreihen erfolgt in Draufsicht und Seitenansicht

Der Aufbau des dielektrischen mikromechanischen Bauelements ist in Fig. 1 angegeben. Es besteht aus einem dielektrischen Läufer 2 der sich in die Richtungen 1 bewegen kann. Der Läufer 2 befindet sich in einer Führung 7 auf einem Untergrund 8 (z. B. Glas). Angetrieben wird der Läufer über Elektroden 4a-h, 5a-h, die reihenweise auf beiden Seiten angeordnet sind. Zwischen dem Läufer 2 und den Elektroden befindet sich ein Umgebungsmedium 3 (Flüssigkeit oder Gas). Über den dielektrischen Aufbau des Läufers 2 läßt sich dessen Laufgeschwindigkeit und Richtung verändern. Ein schichtweise in Richtung der Elektroden aufgebauter Läufer kann sich bei gleicher Bewegungsrichtung des Feldvektors in Abhängigkeit von dessen Bewegungsgeschwindigkeit in unterschiedliche Richtung bewegen. Die Elektroden 4, 5 werden paarweise 5a, 4a usw. mit unterschiedlicher Polarität und nacheinander angesteuert. Der Gesamtaufbau läßt sich bis auf wenige Mikrometer miniaturisieren. Die Ansprechzeiten des Läufers liegen dann im Mikrosekunden-Bereich.

Beispiel 2

Fig. 2: Dielektrisches mikromechanisches Element mit einem Läufer mit Zentralelektrodenreihe

Das mikromechanische Element ist in seinem Aufbau in Fig. 2 angegeben. Es besteht aus einem dielektrischen Läufer 2 der eine U-Form besitzt. Rechts und links befinden sich Elektrodenreihen 4 und 5. Innerhalb des Läufers im U-förmigen Profil ist eine weitere Elektrodenreihe 9 angeordnet. Der gesamte Aufbau erfolgt auf einem Substrat, wie in Beispiel 1 angegeben. Die elektrische Ansteuerung der Elektroden erfolgt wie in Beispiel 1 mit dem Unterschied, daß jeweils 3 Elektroden mit alternierender Polarität angesteuert werden. Die dargestellte Elektrodenanordnung erhöht die Kraft, die auf den Läufer wirkt.



A - A

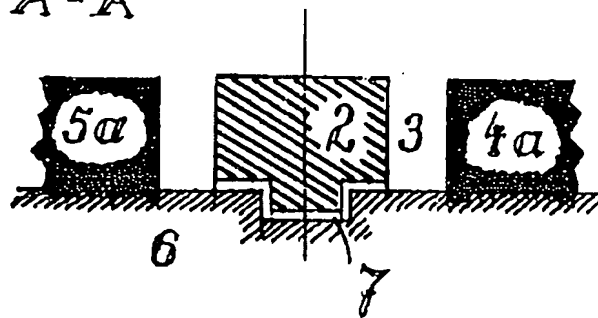


Fig. 1

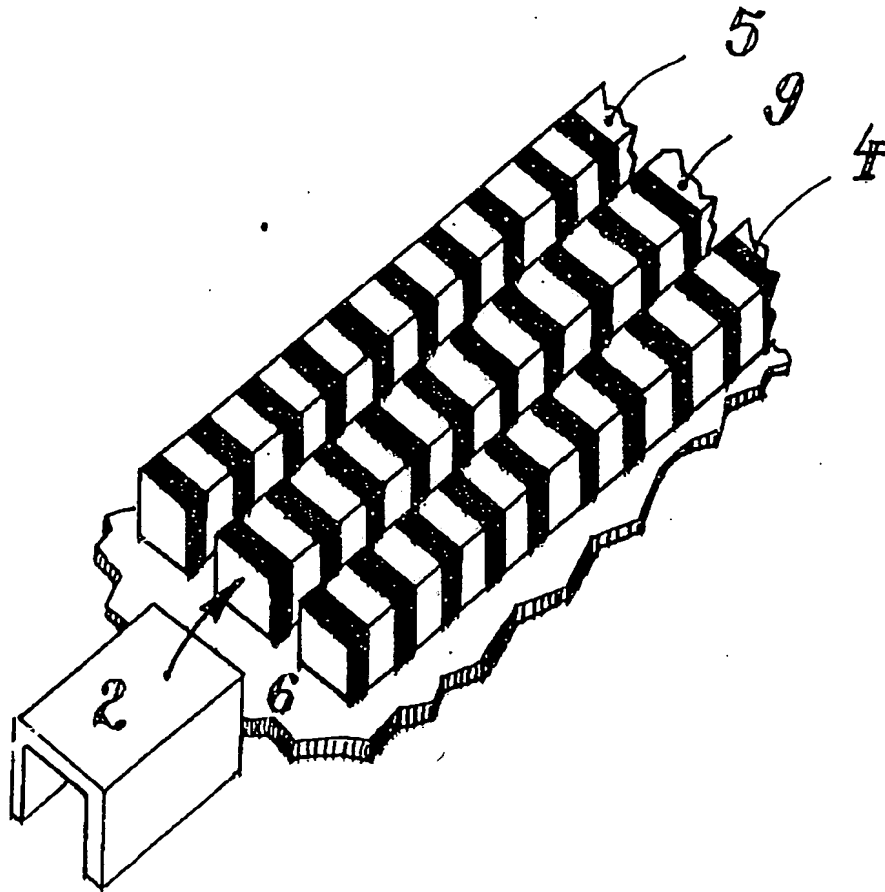


Fig. 2